

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 4 月 2 1 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 1 5 6 5 4
Application Number:

[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 1 1 5 6 5 4]

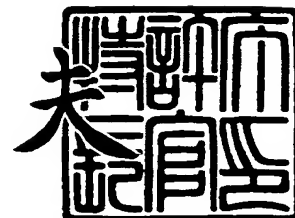
出 願 人 セイコーエプソン株式会社
Applicant(s):



2 0 0 4 年 3 月 1 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 2 2 0 4 1



【書類名】 特許願

【整理番号】 J0096900

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G03B 21/00

【発明者】

 【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

 【氏名】 坂田 秀文

【特許出願人】

 【識別番号】 000002369

 【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100095728

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 上柳 雅誉

 【連絡先】 0 2 6 6 - 5 2 - 3 1 3 9

【選任した代理人】

 【識別番号】 100107076

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 藤網 英吉

【選任した代理人】

 【識別番号】 100107261

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 須澤 修

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 013044

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1



【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0109826

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 照明装置及び投射装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ピーク波長が異なる第 1 及び第 2 照明光をそれぞれ発生する第 1 及び第 2 光源を有する光源装置と、

前記第 1 及び第 2 照明光が入射した場合に、当該第 1 及び第 2 照明光を合波して射出する合波手段と、

前記第 2 照明光を所定方向の直線偏光に変換して合波手段に入射させる偏光変換手段と

を備える照明装置。

【請求項 2】 前記合波手段は、光の透過及び反射を利用する光合分岐素子であり、前記第 2 照明光のピーク波長は、前記所定方向の直線偏光に関する前記光合分岐素子による透過又は反射の第 1 エッジ波長と、前記所定方向に対して直交方向の直線偏光に関する前記光合分岐素子による透過又は反射の第 2 エッジ波長との間の較差発生領域に設定されていることを特徴とする請求項 1 記載の照明装置。

【請求項 3】 前記第 1 照明光は、前記較差発生領域の外側において当該較差発生領域に近接して中心波長が設定されていることを特徴とする請求項 2 記載の照明装置。

【請求項 4】 前記合波手段は、ダイクロイックミラーであることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項記載の照明装置。

【請求項 5】 前記第 1 及び第 2 光源は、固体光源であることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項記載の照明装置。

【請求項 6】 前記偏光変換手段は、前記第 2 光源からの射出光が入射するロッドインテグレートと、当該ロッドインテグレートの射出端に配設される反射型偏光板と、前記ロッドインテグレートを通過した前記反射型偏光板からの戻り光を前記ロッドインテグレートの入射端に戻す反射手段とを有することを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項記載の照明装置。

【請求項 7】 前記偏光変換手段は、前記第 2 光源からの射出光が順次入射



する一対の偏光ビームスプリッタと、後段の偏光ビームスプリッタの射出側に配設される波長板とを備えることを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項記載の照明装置。

【請求項 8】 前記第 1 及び第 2 照明光は、3 原色のいずれか 1 色にともに属することを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項記載の照明装置。

【請求項 9】 請求項 1 から請求項 8 のいずれか一項記載の照明装置と、
前記照明装置によって照明される空間光変調装置と、
前記空間光変調装置の像を投射する投射レンズと
を備える投射装置。

【請求項 10】 3 原色のうち前記第 1 及び第 2 照明光とは異なる他の 2 色にそれぞれ属する第 3 及び第 4 照明光をそれぞれ発生する第 3 及び第 4 光源をさらに有する請求項 8 記載の照明装置と、

前記第 1 及び第 2 照明光と、前記第 3 照明光と、前記第 4 照明光とがそれぞれ入射した場合に、前記第 1 及び第 2 照明光と、前記第 3 照明光と、前記第 4 照明光とをそれぞれ個別に変調する 3 つの空間光変調装置と、

各空間光変調装置からの変調光を合成して射出する光合成部材と、

前記光合成部材を経て合成された前記 3 つの空間光変調装置の像を投射する投射レンズと
を備える投射装置。

【請求項 11】 前記空間光変調装置は、液晶ライトバルブであることを特徴とする請求項 9 及び請求項 10 のいずれか一項記載の投射装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、空間光変調装置その他の表示デバイスを照明するための照明装置、並びにこれら空間光変調装置及び照明装置を用いて画像を投射する投射装置に関する。

【0002】

【従来の技術】



発光波長が異なる複数種のLED素子を組み込んだ光源装置を利用して、LCD等のライトバルブを照明することが提案されている（特許文献1参照）。この光源装置では、発光波長の僅かに異なる一对の異種LED素子からの光束をダイクロイックミラーで合波することによって特定色の輝度を高めている。

【0003】

【特許文献1】

特開2001-42431号公報

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上記光源装置では、ダイクロイックミラーの特性に起因して、一对の異種LED素子から射出される一对の光束の中心波長を所定以上に近づけることができない。つまり、色合成用のダイクロイックミラーは、通常P偏光とS偏光とで遮断周波数が異なるため、双方の偏光に対応する一对の遮断周波数に挟まれた波長域の両外側に一对の異種LED素子の発光中心波長を設定する必要がある。このような波長域は、50nm程度に達する場合もあり、合波すべき一对の光束の中心波長差が大きくなり、合波後に得られる特定色の色純度が下がる。

【0004】

そこで、本発明は、色純度を下げることなく輝度を向上させることができる照明装置等を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明に係る照明装置は、ピーク波長が異なる第1及び第2照明光をそれぞれ発生する第1及び第2光源を有する光源装置と、第1及び第2照明光が入射した場合に、これら第1及び第2照明光を合波して射出する合波手段と、第2照明光を所定方向の直線偏光に変換して合波手段に入射させる偏光変換手段とを備える。

【0006】

上記照明装置では、偏光変換手段が第2照明光を所定方向の直線偏光に変換して合波手段に入射させるので、合波手段の合波特性が第2照明光の波長に関して偏波依存性を有している場合であっても、その特性に応じた偏光光を合波手段に



入射させることができる。これにより、第1及び第2照明光を効率よく合波することができ、合波によって最終的に得られる照明光の輝度向上を図ることができる。ここで、「偏波依存性」とは、合波手段による合波効率等の特性が入射光の例えば偏光方向等の偏光状態によって異なることを意味する。

【0007】

上記照明装置の具体的態様では、合波手段が、光の透過及び反射を利用する光合分岐素子であり、第2照明光のピーク波長が、所定方向の直線偏光に関する光合分岐素子による透過又は反射の第1エッジ波長と、所定方向に対して直交方向の直線偏光に関する光合分岐素子による透過又は反射の第2エッジ波長との間の較差発生領域に設定されている。この場合、光合分岐素子の透過反射特性においてS、Pの両偏光に対するエッジ波長の差が大きく無視できない較差発生領域が存在していても、これを補償した合波により輝度向上を図ることができる。

【0008】

また、上記照明装置の別の具体的態様では、第1照明光が、較差発生領域の外側においてこの較差発生領域に近接して中心波長が設定されている。この場合、第1照明光と第2照明光との波長差を小さくすることができるので、実質的に同一色で高輝度の照明光を発生させることができる。

【0009】

また、上記照明装置のさらに別の具体的態様では、合波手段が、ダイクロイックミラーである。この場合、簡単な構造の光学素子によって効率よい合波が可能になる。

【0010】

また、上記照明装置のさらに別の具体的態様では、第1及び第2光源が、固体光源である。ここで、「固体光源」とは、LED、EL素子、LD等を含む概念である。この場合、光源制御が容易でありながら、特定波長光の輝度を高めることができる。

【0011】

また、上記照明装置のさらに別の具体的態様では、偏光変換手段が、第2光源からの射出光が入射するロッドインテグレータと、このロッドインテグレータの



射出端に配設される反射型偏光板と、ロッドインテグレータを通過した反射型偏光板からの戻り光をロッドインテグレータの入射端に戻す反射手段とを有する。この場合、反射型偏光板によって反射された戻り光も反射手段等によって再利用されるので、所定方向の直線偏光である第2照明光を無駄なく効率的に取り出すことができる。

【0012】

また、上記照明装置のさらに別の具体的態様では、偏光変換手段は、第2光源からの射出光が順次入射する一対の偏光ビームスプリッタと、後段の偏光ビームスプリッタの射出側に配設される波長板とを備える。この場合、偏光度の高い第2照明光を無駄なく効率的に取り出すことができる。

【0013】

また、上記照明装置のさらに別の具体的態様では、第1及び第2照明光が、3原色のいずれか1色とともに属する。この場合、3原色のいずれかの輝度を純色度を損なうことなく簡易に高めることができる。

【0014】

また、本発明に係る投射装置は、上述の照明装置と、照明装置によって照明される空間光変調装置と、空間光変調装置の像を投射する投射レンズとを備える。ここで、「空間光変調装置」とは、例えば液晶ライトバルブに代表される光デバイスであり、デジタルミラーデバイス等を含む概念である。

【0015】

上記投射装置では、上述の照明装置を組み込んでいるので、第1及び第2照明光を効率よく合波することができ、合波によって最終的に得られる照明光の輝度向上を図ることができ、高い輝度を有する画像を投射することができる。

【0016】

また、本発明に係る別の投射装置は、3原色のうち第1及び第2照明光とは異なる他の2色にそれぞれ属する第3及び第4照明光をそれぞれ発生する第3及び第4光源をさらに有する上述の照明装置と、第1及び第2照明光と、第3照明光と、第4照明光とがそれぞれ入射した場合に、第1及び第2照明光と、第3照明光と、第4照明光とをそれぞれ個別に変調する3つの空間光変調装置と、各空間

光変調装置からの変調光を合成して射出する光合成部材と、光合成部材を経て合成された3つの空間光変調装置の像を投射する投射レンズとを備える。

【0017】

上記投射装置では、上述の照明装置を組み込んでいるので、第1及び第2照明光を効率よく合波することができ、合波によって最終的に得られる3原色の照明光の輝度向上を図ることができ、3つの空間光変調装置を利用して高い輝度を有するカラー画像を投射することができる。

【0018】

また、上記投射装置の具体的態様では、空間光変調装置が、液晶ライトバルブである。この場合、小型の装置によって高輝度で高精細の画像を投射することができる。

【0019】

【発明の実施の形態】

〔第1実施形態〕

図1は、第1実施形態に係る投射装置の構造を概念的に説明するブロック図である。この投射装置、すなわちプロジェクタ10は、照明装置20と、光変調装置30と、投射レンズ40とを備える。ここで、照明装置20は、G光照明装置21と、B光照明装置23と、R光照明装置25とを有する。また、光変調装置30は、空間光変調装置である3つの液晶ライトバルブ31、33、35と、光合成部材であるクロスダイクロックプリズム37とを有する。

【0020】

照明装置20において、G光照明装置21は、中心波長が極めて近似する一対の照明光を発生する第1及び第2光源21a、21bと、これら光源21a、21bからの照明光を集光する凹面反射鏡21dと、両光源21a、21bからの照明光を合波する合波手段であるダイクロックミラーDMと、第2光源21bからの照明光を所定の偏光光に変換するための偏光変換手段である偏光変換部PCとを備える。ここにおいて、両光源21a、21b及び一対の凹面反射鏡21dは、光源装置を構成する。

【0021】

第1及び第2光源21a、21bは、ともに固体光源とも呼ばれるLEDであり、3原色のうち緑(G)の範疇に含まれるが中心波長がわずかに異なるG1光及びG2光をそれぞれ発生する。第1光源21aからの第1照明光IG1は、凹面反射鏡21dによって無駄なく回収されてダイクロイックミラーDMに入射し、このダイクロイックミラーDMで反射されてロッドレンズ21fに入射する。一方、第2光源21bからの第2照明光IG2は、凹面反射鏡21dによって無駄なく回収されて偏光変換部PCに入射する。この偏光変換部PCによってほぼP偏光のみに変換された第2照明光IG2は、ダイクロイックミラーDMに入射してこれを透過し、第1照明光IG1と合波された状態でロッドレンズ21fに入射する。ロッドレンズ21fに入射した第1及び第2照明光IG1、IG2は、ロッドレンズ21fで均一化されて光変調装置30を構成するG光用の液晶ライトバルブ31に入射する。なお、ロッドレンズ21fは、ロッドインテグレータとも呼ばれ、側面を反射面とした円柱又は角柱であり、これに入射した各種入射角度の光束を波面分割し重畳させることによって均一化して出力する。

【0022】

図2は、偏光変換部PCの構造を説明する図である。この偏光変換部PCは、偏光状態を変更するための1/4波長板52と、特定偏光成分を抽出するための反射型偏光板53とを備える。ここで反射型偏光板53は、グリッド型偏光子とも呼ばれ、光透過性の基板上にA1等のストライプを数百nm程度のピッチで周期的に形成したものであり、入射光のうち所定方向の偏光光のみを選択的に透過させるとともに残りを反射させることができ、吸収によるロスがほとんどない。

【0023】

第2光源21bから正面方向に射出した第2照明光IG2は、1/4波長板52にその一端P1から入射する。また、第2光源21bから側面方向に射出した第2照明光IG2も、反射手段である凹面反射鏡21dで反射されて1/4波長板52の一端P1に入射する。一端P1から入射した光は次に反射型偏光板53を通過する。1/4波長板52を通過することによって、第2照明光IG2のうち直線偏光成分は円偏光に変換される。また、反射型偏光板53を通過することにより、第2照明光IG2のうちP偏光のみが選択的に通過する。なお、反射型

偏光板 53 で反射された第 2 照明光 I G 2 は、主に S 偏光のみとなっているが、1/4 波長板 52 を通過することによって円偏光に変換されて凹面反射鏡 21 d に戻される。凹面反射鏡 21 d で反射した第 2 照明光 I G 2 は、再度 1/4 波長板 52 及び反射型偏光板 53 に入射する。このような再入射光は、1/4 波長板 52 によって円偏光から P 偏光に変換されて効率よく反射型偏光板 53 を通過する。以上の説明から明らかなように、反射型偏光板 53 からダイクロイックミラー DM に入射する第 2 照明光 I G 2 は、第 2 光源 21 b からの光を高い効率で P 偏光にのみ変換したものとなっている。

【0024】

ここで、ダイクロイックミラー DM は、以下に詳述するが、第 1 照明光 I G 1 をほぼ 100% 反射し、P 偏光の第 2 照明光 I G 1 も高い効率で透過するので、結果的に、両光源 21 a, 21 b からの両照明光 I G 1, I G 2 を極めて低損失で合波することができる。この際、両照明光 I G 1, I G 2 の波長が近いので、高い純色度で高輝度の固体 G 色光源を提供することができる。また、両光源 21 a, 21 b がともに光軸上に配置されるので、両光源 21 a, 21 b からの照明光の特性をそろえて液晶ライトバルブ 31 に入射させることができ、液晶ライトバルブ 31 による照明光の利用効率を高めることができる。

【0025】

図 3 は、図 2 等 に示すダイクロイックミラー DM の特性を説明するグラフである。グラフにおいて、横軸は波長 (nm) を示し、縦軸は透過率 (%) を示す。このダイクロイックミラー DM は、ハイパスフィルタであるが、その主面が光軸に対して 45° 傾いているため、透過率が偏波依存性を有する。つまり、P 偏光の透過端に相当する第 1 エッジ波長 $\lambda E 1$ (10% 透過) は約 490 nm であり、S 偏光の透過端に相当する第 2 エッジ波長 $\lambda E 2$ (10% 透過) は約 525 nm である。なお、このグラフには、第 1 及び第 2 光源 21 a, 21 b からの第 1 及び第 2 照明光 I G 1, I G 2 の輝度分布が任意単位 (縦軸) で重ねて表示されている。グラフからも明らかなように、第 1 照明光 I G 1 の中心波長 $\lambda G 1$ は、第 1 エッジ波長 $\lambda E 1$ よりも短波長側に設定されている。また、第 2 照明光 I G 2 の中心波長 $\lambda G 2$ は、第 1 エッジ波長 $\lambda E 1$ と第 2 エッジ波長 $\lambda E 2$ との間、

すなわち P 偏光及び S 偏光間で透過率が異なる較差発生領域に設定されている。これにより、第 1 光源 21a からの第 1 照明光 IG1 は、ダイクロイックミラー DM ではほぼ 100% 反射される。一方、第 2 光源 21b からの第 2 照明光 IG2 は、偏光変換部 PC を経て高効率で P 偏光に変換されているので、ダイクロイックミラー DM を高い割合で透過する。

【0026】

なお、第 1 光源 21a からの第 1 照明光 IG1 がダイクロイックミラー DM を透過するとともに、第 2 光源 21b からの第 2 照明光 IG2 がダイクロイックミラー DM で反射されるといった構成によって、第 1 及び第 2 照明光の合波を行うこともできる。この場合、第 2 照明光 IG2 の中心波長 λ_{G2} は、一対のエッジ波長 λ_{E1} 、 λ_{E2} の間に設定されたままとするが、第 1 照明光 IG1' の中心波長 $\lambda_{G1'}$ は、第 2 エッジ波長 λ_{E2} よりも長波長側に設定される。これにより、第 1 光源 21a からの第 1 照明光 IG1' は、ダイクロイックミラー DM を高い割合で透過する。一方、第 2 光源 21b からの第 2 照明光 IG2 は、配置方向を変更した偏光変換部 PC を経て P 偏光ではなく S 偏光に変換され、ダイクロイックミラー DM ではほぼ 100% 反射される。この結果、両光源 21a、21b からの両照明光 IG1'、IG2 を極めて低損失で合波することができ、G 光用の液晶ライトバルブ 31 を高輝度で照明することができる。

【0027】

図 1 に戻って、B 光照明装置 23 は、第 3 光源 23a と、凹面反射鏡 23d と、ロッドレンズ 23f とを備える。第 3 光源 23a は、3 原色のうち青 (B) の範疇に含まれる B 光を発生する LED である。第 3 光源 23a からの第 3 照明光 IB は、凹面反射鏡 23d によって無駄なく回収されてロッドレンズ 23f に入射する。ロッドレンズ 23f に入射した第 3 照明光 IB は、ロッドレンズ 23f で均一化されて光変調装置 30 のうち B 光用の液晶ライトバルブ 33 に入射する。

【0028】

R 光照明装置 25 は、第 4 光源 25a と、凹面反射鏡 25d と、ロッドレンズ 25f とを備える。第 4 光源 25a は、3 原色のうち赤 (R) の範疇に含まれる

R光を発生するLEDである。第4光源25aからの第4照明光IRは、凹面反射鏡25dによって無駄なく回収されてロッドレンズ25fに入射する。ロッドレンズ25fに入射した第4照明光IRは、ロッドレンズ25fで均一化されて光変調装置30のうちR光用の液晶ライトバルブ35に入射する。

【0029】

各液晶ライトバルブ31, 33, 35にそれぞれ入射した各照明装置21, 23, 25からの光は、これら液晶ライトバルブ31, 33, 35によってそれぞれ2次元的に変調される。各液晶ライトバルブ31, 33, 35を通過した各色の光は、クロスダイクロイックプリズム37で合成されて、その一側面から射出する。クロスダイクロイックプリズム37から射出した合成光の像は、投射レンズ40に入射してプロジェクタ10外部に設けたスクリーン（不図示）に適当な拡大率で投影される。つまり、プロジェクタ10によって、各液晶ライトバルブ31, 33, 35に形成された各RGB色の画像を合成した画像が、スクリーン上に動画又は静止画として投射される。なお、図示を省略しているが、各液晶ライトバルブ31, 33, 35の周辺の適所には、これらの液晶ライトバルブ31, 33, 35を偏光光で照明し読み出すため、適当な偏光板が適当な状態で配置されている。

【0030】

以上説明した第1実施形態のプロジェクタ10によれば、ダイクロイックミラーDM及び偏光変換部PCを用いて第1及び第2照明光IG1, IG2を効率よく合波するので、合波によって最終的に得られるG色照明光の純色度を保ちつつ輝度向上を図ることができる。

【0031】

〔第2実施形態〕

以下、第2実施形態に係るプロジェクタについて説明する。このプロジェクタの構造は、図1に示す第1実施形態のものとほぼ同様であるが、ダイクロイックミラーの特性がローパスフィルタとなっている。

【0032】

図4は、第2実施形態に係るプロジェクタ10に組み込まれるダイクロイック

ミラーDMの特性を説明するグラフである。このダイクロイックミラーDMも、透過率が偏波依存性を有し、P偏光の透過端に相当する第1エッジ波長 $\lambda E1$ （10%透過）は約520nmであり、S偏光の透過端に相当する第2エッジ波長 $\lambda E2$ （10%透過）は約490nmである。このグラフには、第1及び第2光源21a, 21bからの第1及び第2照明光IG1, IG2の輝度分布が任意単位（縦軸）で重ねて表示されている。グラフからも明らかなように、第1照明光IG1の中心波長 $\lambda G1$ は、第1エッジ波長 $\lambda E1$ よりも長波長側に設定されている。また、第2照明光IG2の中心波長 $\lambda G2$ は、第1エッジ波長 $\lambda E1$ と第2エッジ波長 $\lambda E2$ との間に設定されている。これにより、第1光源21aからの第1照明光IG1は、ダイクロイックミラーDMでほぼ100%反射される。一方、第2光源21bからの第2照明光IG2は、偏光変換部PCを経て高効率でP偏光に変換されるので、ダイクロイックミラーDMを高い割合で透過する。

【0033】

以上の説明では、第1照明光IG1がダイクロイックミラーDMで反射され、第2照明光IG2がダイクロイックミラーDMを透過するといった構成によって、第1及び第2照明光IG1, IG2の合波を行っているが、図3でも説明したように、第1光源21aからの第1照明光IG1'がダイクロイックミラーDMを透過するとともに、第2光源21bからの第2照明光IG2がダイクロイックミラーDMで反射されるといった構成によっても、第1及び第2照明光IG1', IG2の合波を行うことができる。この場合、照明光IG2の中心波長 $\lambda G2$ は、一対のエッジ波長 $\lambda E1$, $\lambda E2$ の間に設定されたままとするが、照明光IG1'の中心波長 $\lambda G1'$ は、第2エッジ波長 $\lambda E2$ よりも短波長側に設定される。これにより、第1光源21aからの第1照明光IG1'は、ダイクロイックミラーDMを高い割合で透過する。一方、第2光源21bからの第2照明光IG2は、偏光変換部PCを経てP偏光ではなくS偏光に変換され、ダイクロイックミラーDMでほぼ100%反射される。この結果、両光源21a, 21bからの両照明光IG1, IG2を極めて低損失で合波することができる。

【0034】

〔第3実施形態〕

以下、第3実施形態に係るプロジェクタについて説明する。このプロジェクタの構造は、図1に示す第1実施形態のものとほぼ同様であるが、偏光変換部の構造が異なっている。

【0035】

図5は、第3実施形態のプロジェクタにおける偏光変換部PCの構造を説明する図である。この偏光変換部PCは、偏光成分を抽出するための一対の偏光ビームスプリッタ151a、151bと、偏光状態を変更するための1/2波長板152とを備える。第2光源21bから正面方向に射出した第2照明光IG2は、正面の偏光ビームスプリッタ151aに入射する。また、第2光源21bから側面方向に射出した第2照明光IG2も、凹面反射鏡21dで反射されて正面の偏光ビームスプリッタ151aに入射する。偏光ビームスプリッタ151aに入射した第2照明光IG2は、偏光面PPを通過してS偏光に変換される。一方、偏光面PPで反射されたP偏光は、隣接する偏光ビームスプリッタ151bの偏光面PPで反射されて1/2波長板152に入射する。1/2波長板152に入射したP偏光は、S偏光に変換されるので、結果的に偏光変換部PCから射出される第2照明光IG2はほぼ完全にS偏光のみとなる。なお、図面では簡単のために、偏光変換部PCのみを便宜的に側方から見た状態を描いているので、実際にダイクロイックミラーDMに入射する第2照明光IG2は、P偏光のみとなる。

【0036】

以上のように、偏光変換部PCを経てダイクロイックミラーDMに入射する第2照明光IG2は、第2光源21bからの光を効率よくP偏光にのみ変換したものとなっている。つまり、両光源21a、21bからの両照明光IG1、IG2を極めて低損失で合波することができる。この際、両照明光IG1、IG2の波長が近いので、高い純色度で高輝度の固体G色光源を提供することができる。

【0037】

〔第4実施形態〕

以下、第4実施形態に係るプロジェクタについて説明する。このプロジェクタの構造は、図1に示す第1実施形態のものと類似するが、G光照明装置として、中心波長が異なる3つの光源を備え、これら3つの光源からの照明光を一対のダ

ダイクロイックミラーで合波する。

【0038】

図6(a)は、G光照明装置の第1の構成例を説明するブロック図であり、図6(b)は、G光照明装置の第2の構成例を説明するブロック図である。

【0039】

図6(a)に示すG光照明装置221の場合、LED光源及び凹面反射鏡からなる光源装置261aからの中心波長 λ_1 の照明光をダイクロイックミラーDM2で反射させる。また、同様の構造であるがP偏光に変換するための偏光変換素子をさらに有する光源装置261bからの中心波長 λ_2 の照明光をダイクロイックミラーDM1で反射させるとともにダイクロイックミラーDM2に対して透過させる。さらに、P偏光変換用の偏光変換素子をさらに有する光源装置261cからの中心波長 λ_3 の照明光をダイクロイックミラーDM1及びダイクロイックミラーDM2に対して透過させる。以上により、ダイクロイックミラーDM2から射出される照明光は、各光源装置261a, 261b, 261cからの照明光を合波した結果として高い輝度を有することになる。なお、一対のダイクロイックミラーDM1, DM2は、以下に説明する反射透過特性を有し、上述の中心波長 λ_1 , λ_2 , λ_3 の照明光の合波を可能にする。

【0040】

図7は、第4実施形態に係るプロジェクタで用いるダイクロイックミラーDM1, DM2の透過特性を説明するグラフである。グラフからも明らかなように、両ダイクロイックミラーDM1, DM2はハイパスフィルタとなっているが、ダイクロイックミラーDM1のエッジ波長の方が、ダイクロイックミラーDM2のエッジ波長よりも長くなっている。また、両ダイクロイックミラーDM1, DM2において、点線で示すP偏光のエッジ波長は、実線で示すS偏光のエッジ波長よりも短波長側にシフトしている。そして、光源装置261aからの照明光の中心波長 λ_1 は、ダイクロイックミラーDM2のP偏光のエッジ波長よりも短波長側に設定されている。また、光源装置261bからの照明光の中心波長 λ_2 は、ダイクロイックミラーDM2のP偏光及びS偏光のエッジ波長間であって、ダイクロイックミラーDM1のP偏光のエッジ波長よりも短波長側に設定されている。

。さらに、光源装置 261c からの照明光の中心波長 λ_3 は、ダイクロイックミラー DM1 の P 偏光及び S 偏光のエッジ波長間であって、ダイクロイックミラー DM2 の S 偏光のエッジ波長よりも長波長側に設定されている。

【0041】

図 6 (b) に示す第 2 の構成例における G 光照明装置 321 の場合、LED 光源、凹面反射鏡、及び偏光変換素子からなる光源装置 a からの中心波長 λ_2 で S 偏光の照明光をダイクロイックミラー DM2 で反射させる。また、同様の構造を有する光源装置 361b からの中心波長 λ_3 で S 偏光の照明光をダイクロイックミラー DM1 で反射させるとともにダイクロイックミラー DM2 に対して透過させる。さらに、偏光変換素子を有しない光源装置 361c からの中心波長 λ_4 の照明光をダイクロイックミラー DM1 及びダイクロイックミラー DM2 に対して透過させる。以上により、ダイクロイックミラー DM2 から射出される照明光は、各光源装置 361a, 361b, 361c からの照明光を合波した結果として高い輝度を有することになる。なお、一対のダイクロイックミラー DM1, DM2 は、図 7 に示す反射透過特性を有し、特に、光源装置 361c からの照明光の中心波長 λ_4 は、ダイクロイックミラー DM1 の S 偏光のエッジ波長よりも長波長側に設定されている。

【0042】

以上説明した第 4 実施形態のプロジェクタでは、3 つの異なる光源装置 261a, 261b, 261c (又は光源装置 361a, 361b, 361c) からの照明光を同軸で結合することができるので、高輝度の単色固体光源を提供することができる。

【0043】

〔第 5 実施形態〕

図 8 は、第 5 実施形態のプロジェクタを説明するブロック図である。第 5 実施形態のプロジェクタ 410 は、第 1 実施形態のプロジェクタ 10 を変形したものであり、液晶ライトバルブの代わりにデジタルミラーデバイス (DMD) を用いている。

【0044】

このプロジェクタ 410 は、照明装置 420 と、光変調装置でありテイルトミラーデバイスとも呼ばれるデジタルミラーデバイス 430 と、投射レンズ 40 とを備える。ここで、照明装置 420 は、G 光用光源装置 421 と、B 光用光源装置 423 と、R 光用光源装置 425 と、クロスダイクロイックプリズム 427 と、ロッドレンズ 428 とを有する。

【0045】

この照明装置 420 において、G 光用光源装置 421 は、中心波長が近似する一対の照明光を発生する第 1 及び第 2 光源 21a, 21b と、これら光源 21a, 21b からの照明光を集光する凹面反射鏡 21d と、両光源 21a, 21b からの照明光を合波する合波手段であるダイクロイックミラー DM と、第 1 光源 21a からの照明光を所定の偏光光に変換する偏光変換手段である偏光変換部 PC とを備える。第 1 光源 21a からの第 1 照明光 IG1 は、凹面反射鏡 21d によって無駄なく回収されてダイクロイックミラー DM に入射し、このダイクロイックミラー DM で反射されてクロスダイクロイックプリズム 427 に入射する。一方、第 2 光源 21b からの第 2 照明光 IG2 は、凹面反射鏡 21d によって無駄なく回収されて偏光変換部 PC に入射する。偏光変換部 PC によってほぼ P 偏光に変換された第 2 照明光 IG2 は、ダイクロイックミラー DM に入射してこれを透過し、第 1 照明光 IG1 と合波された状態でクロスダイクロイックプリズム 427 に入射する。

【0046】

B 光用光源装置 423 は、第 3 光源 23a と、凹面反射鏡 23d とを備える。第 3 光源 23a からの第 3 照明光 IB は、凹面反射鏡 23d によって無駄なく回収されてクロスダイクロイックプリズム 427 に入射する。

【0047】

R 光用光源装置 425 は、第 4 光源 25a と、凹面反射鏡 25d とを備える。第 4 光源 25a からの第 4 照明光 IR は、凹面反射鏡 25d によって無駄なく回収されてクロスダイクロイックプリズム 427 に入射する。

【0048】

クロスダイクロイックプリズム 427 では、各光源装置 421, 423, 42

5からの照明光IG1, IG2, IB, IRが合波され、ロッドレンズ428では、照明光IG1, IG2, IB, IRが均一化される。

【0049】

ロッドレンズ428から射出されたRGBの合成光は、レンズ429a及びミラー529bを経てデジタルミラーデバイス430上に均一に投射される。この際、レンズ429aの位置及び焦点距離を適宜調節することにより、デジタルミラーデバイス430を均一に照明することができる。

【0050】

デジタルミラーデバイス430は、公知の構造を有し、2次元マトリックス状に配列され画素を構成する多数のマイクロミラーと、これらマイクロミラーの姿勢を個別に調節するアクチュエータと、アクチュエータの動作を制御する制御回路とを基板上に一体的に形成したものである。このデジタルミラーデバイス430に適当な画像信号を入力することにより、各画素に対応するマイクロミラーからの反射光が投射レンズ40の瞳に入射したりしなかったりするので、投射レンズ40によってデジタルミラーデバイス430に入力された画像信号に対応する画像がスクリーン（不図示）上に投射される。

【0051】

図9は、第5実施形態のプロジェクタ410における1フレームの動作を説明する図である。図9(a)はフレーム期間を示し、図9(b)はG階調表現信号を示し、図9(c)はB階調表現信号を示し、図9(d)はR階調表現信号を示し、図9(e)はクロック信号を示す。図9(b)のG階調表現信号は、G階調表現期間GKに対応し、この間だけ図8に示す第1及び第2光源21a, 21bが点灯する。また、図9(c)のB階調表現信号は、B階調表現期間BKに対応し、この間だけ図8の第3光源23aが点灯する。また、図9(d)のR階調表現信号は、R階調表現期間RKに対応し、この間だけ図8の第4光源25aが点灯する。図9(b)に示すG階調表現期間GKは、nビットの画像強度に対応してn個の単位時間($2^0, 2^1, 2^2, \dots, 2^{(n-1)}$)に分割されている。例えばG光の特定画素の画像信号が最大値であるとき、n個の単位時間の全て、つまりG階調表現期間GKのほぼ全期間でデジタルミラーデバイス430の特定

マイクロミラーをON状態とする。一方、G光の特定画素の画像信号が最小値であるとき、n個の単位時間の全て、つまりG階調表現期間GKのほぼ全期間で対応するマイクロミラーをOFF状態とする。このような手法により、G階調表現期間GK中、各画素におけるG色の強度信号に応じてマイクロミラーをON・OFF時間が調節される。同様に、B階調表現期間BKやR階調表現期間RKも、n個の単位時間に分割され、各色の強度信号に応じてマイクロミラーのON・OFF時間が調節される。

【0052】

以上のプロジェクタ410によれば、G色に対応する両光源21a, 21bからの両照明光IG1, IG2を極めて低損失で合波してデジタルミラーデバイス430に入射させることができるので、投射される画像の輝度を高めることができるだけでなく、G色、B色、及びR色の各階調表現期間GK, BK, RKを比較的近似した値とすることができ、デジタルミラーデバイス430の制御が比較的簡単でバランスの良いものとなる。

【0053】

なお、以上説明した第5実施形態において、ダイクロイックミラーDMは、ハイパスフィルタに限らずローパスフィルタとすることができる。また、第1照明光IG1を反射させ第2照明光IG2を透過させて両者を合波するものに限らず、第1照明光IG1を透過させ第2照明光IG2を反射させて両者を合波することも可能である。

【0054】

以上実施形態に即して本発明を説明したが、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。例えば第1実施形態のプロジェクタ10では、光変調装置30が透過型の液晶ライトバルブ31, 33, 35で構成されているが、反射型の液晶素子で構成することもできる。また、液晶ライトバルブは、光書き込み型の液晶ライトバルブとすることもできる。

【0055】

また、上記実施形態では、波長が近似する一対のG1光とG2光とを合波してG光の輝度を高める場合について説明しているが、他の色R、Bについても、波

長が近似する一対の光源光を合波して1つの照明光とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第1実施形態に係るプロジェクタの構造を示す図である。

【図2】 図1の偏光変換素子の構造を説明する図である。

【図3】 ダイクロイックミラーの特性を説明するグラフである。

【図4】 第2実施形態のダイクロイックミラーの特性を説明する。

【図5】 第3実施形態の偏光変換素子の構造を説明する図である。

【図6】 (a)、(b)は、第4実施形態を説明する図である。

【図7】 ダイクロイックミラーの透過特性を説明するグラフである。

【図8】 第5実施形態に係るプロジェクタの構造を示す図である。

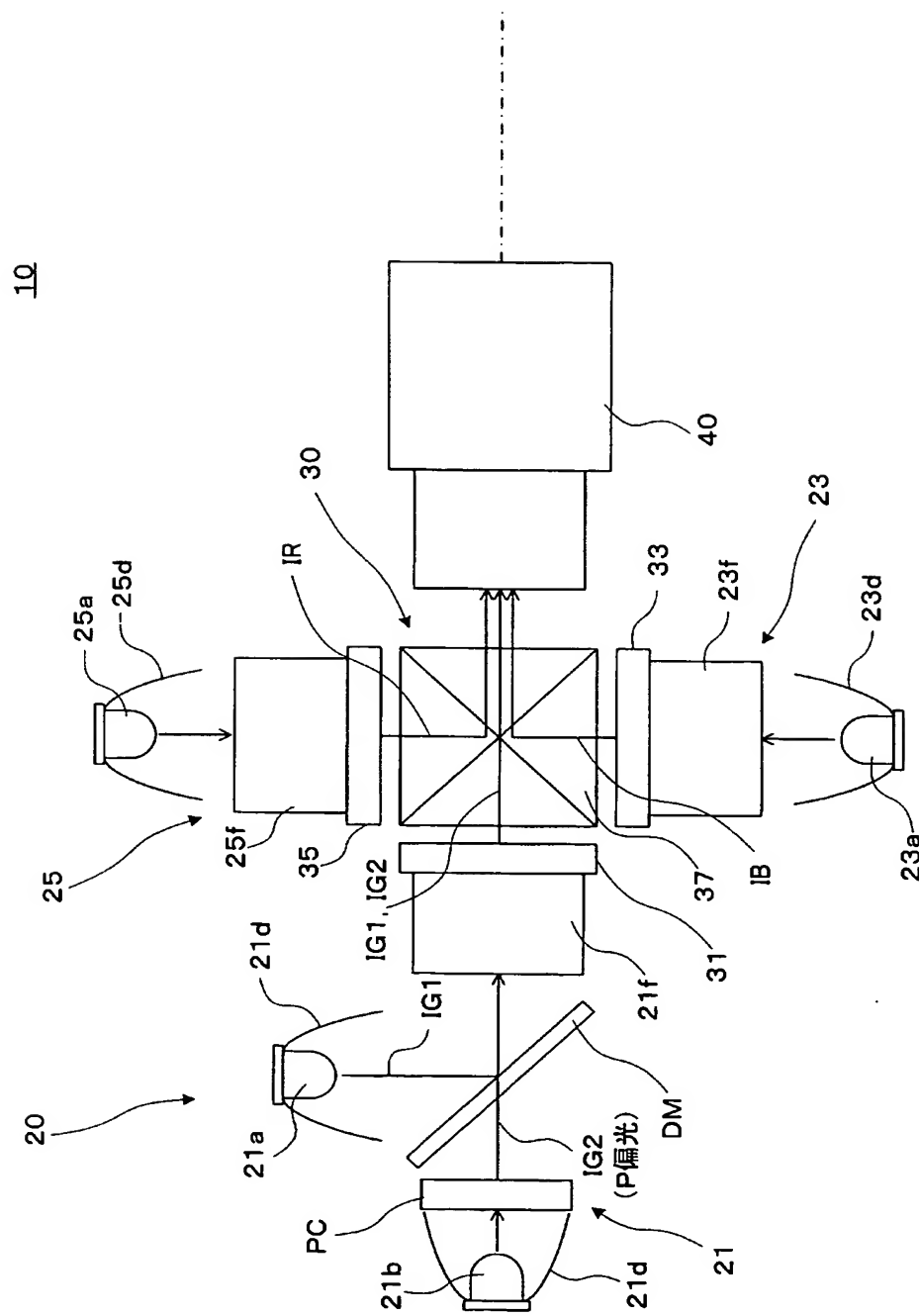
【図9】 (a)～(e)は、図8の装置の動作を説明する図である。

【符号の説明】

10 プロジェクタ、 20 照明装置、 21 G光照明装置、 21a 第1光源、 21b 第2光源、 23 B光照明装置、 23a 第3光源、 25 R光照明装置、 25a 第4光源、 30 光変調装置、 31, 33, 35 液晶ライトバルブ、 37 クロスダイクロイックプリズム、 40 投射レンズ、 52 波長板、 53 反射型偏光板、 DM ダイクロイックミラー、 PC 偏光変換素子、 $\lambda E1$ 第1エッジ波長、 $\lambda E2$ 第2エッジ波長、 $\lambda G1$, $\lambda G2$ 中心波長

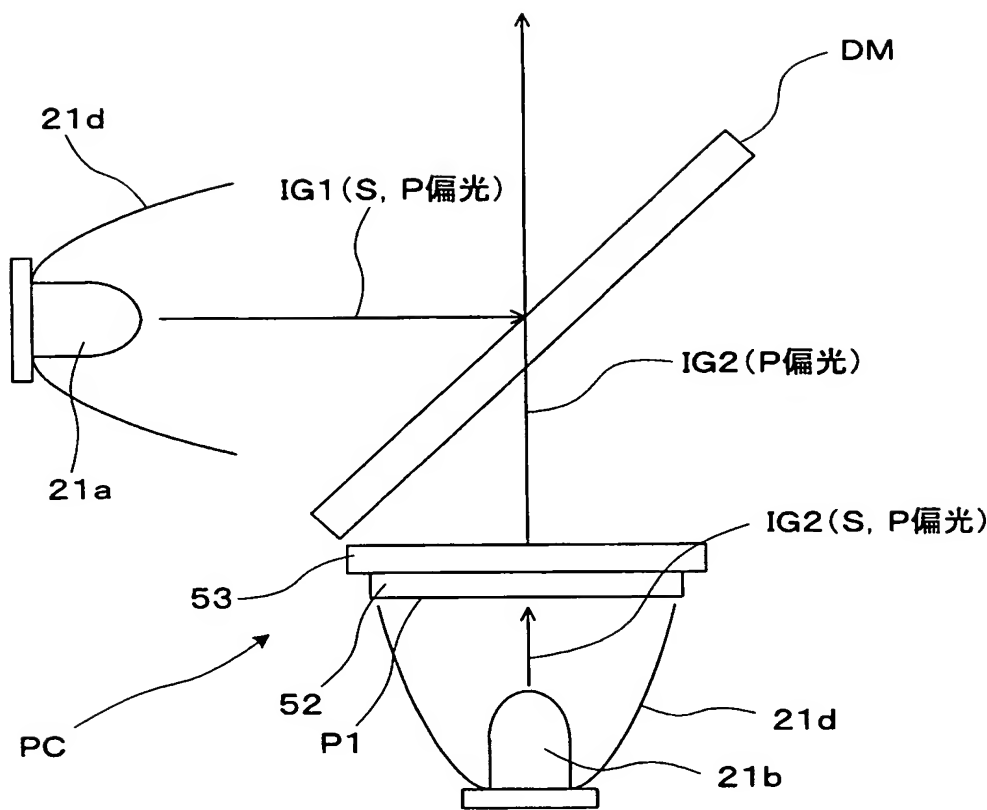
【書類名】 図面

【図 1】

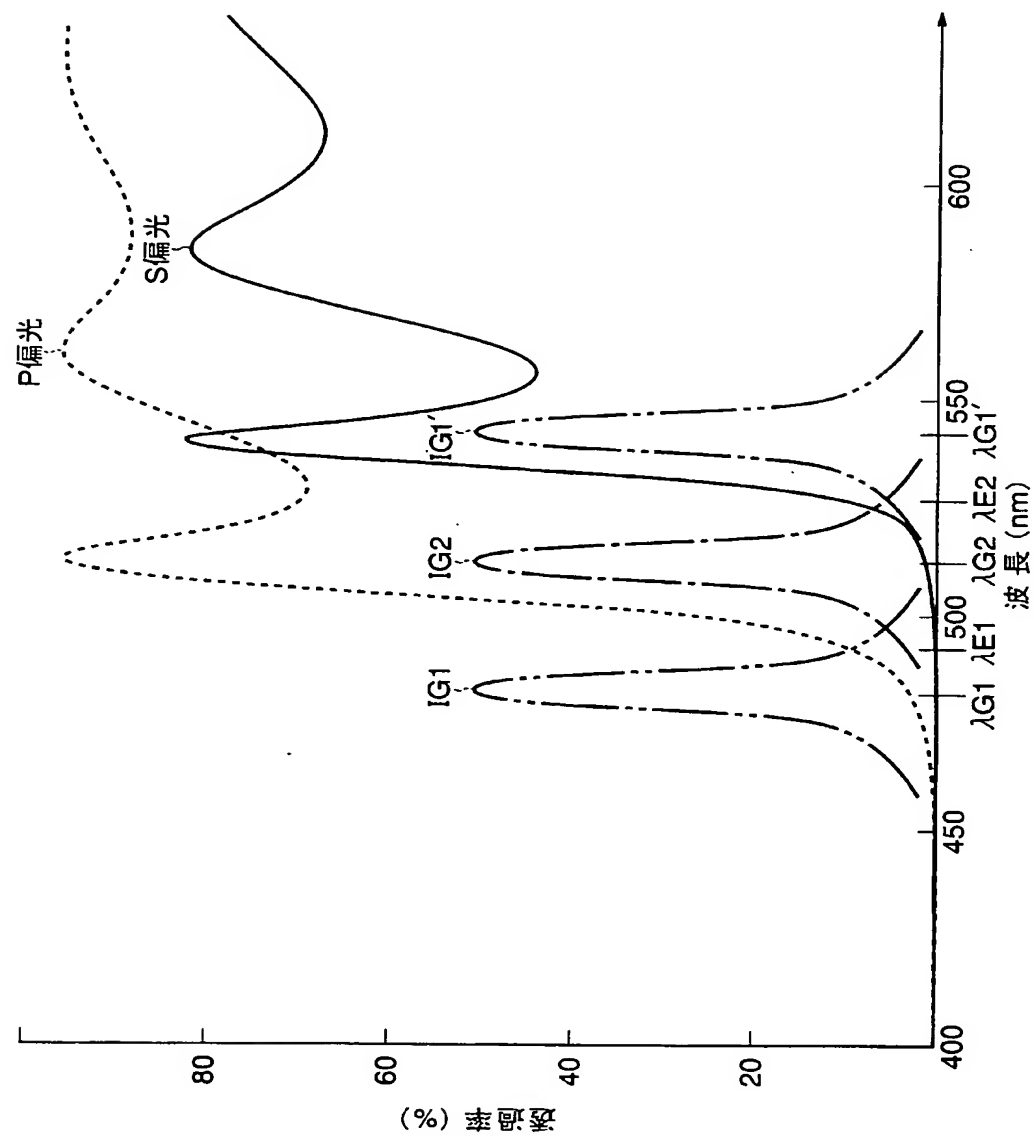


【図 2】

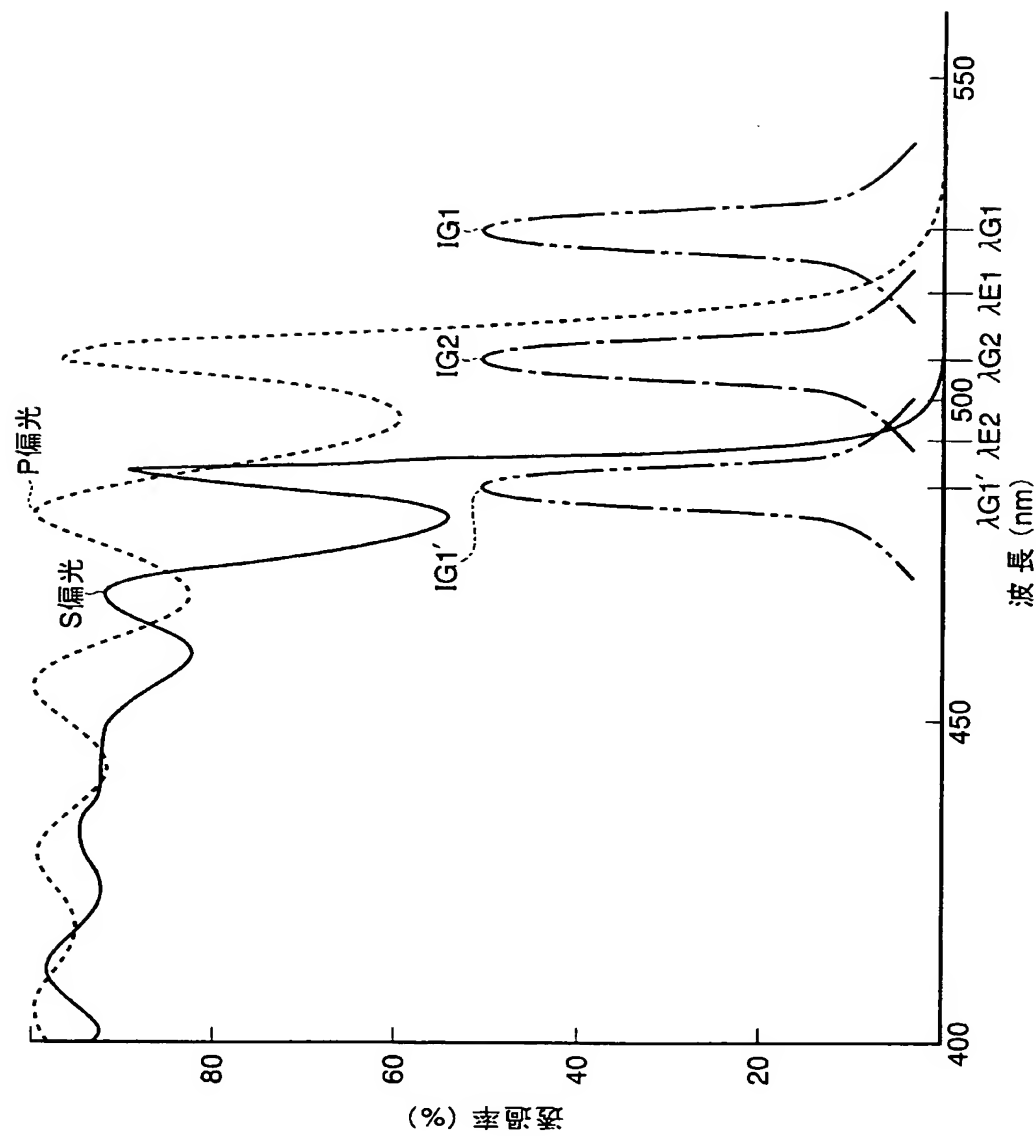
21



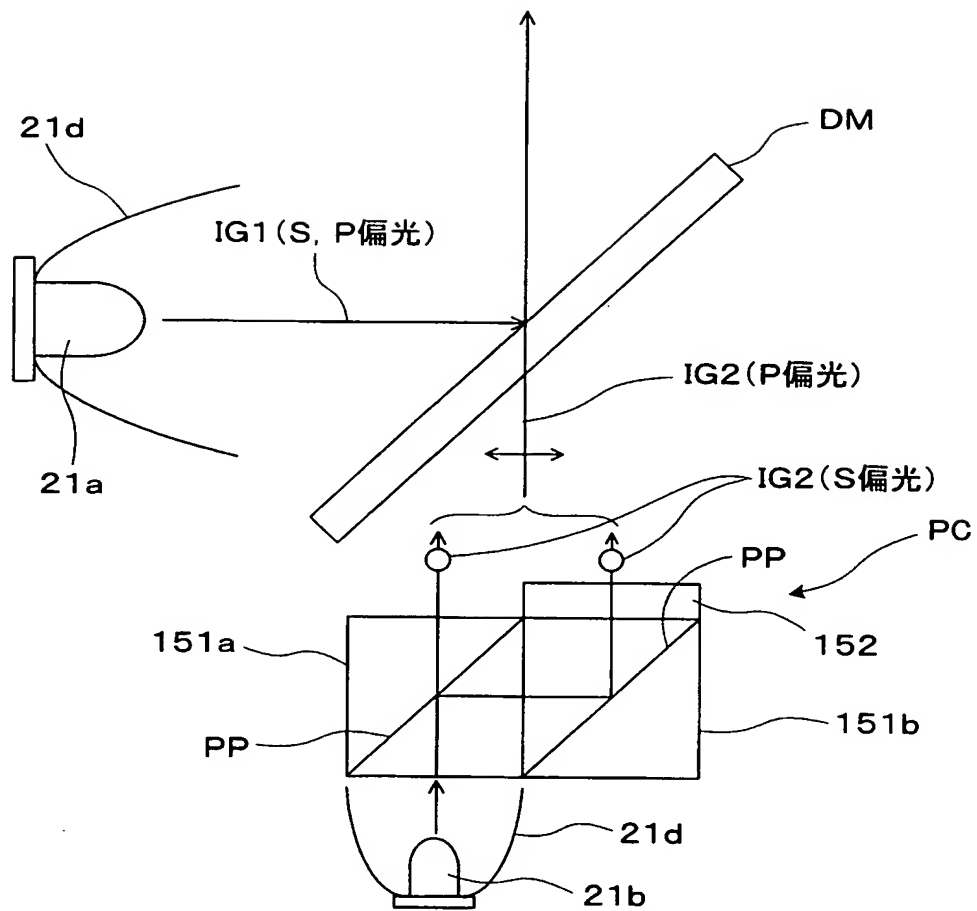
【図 3】



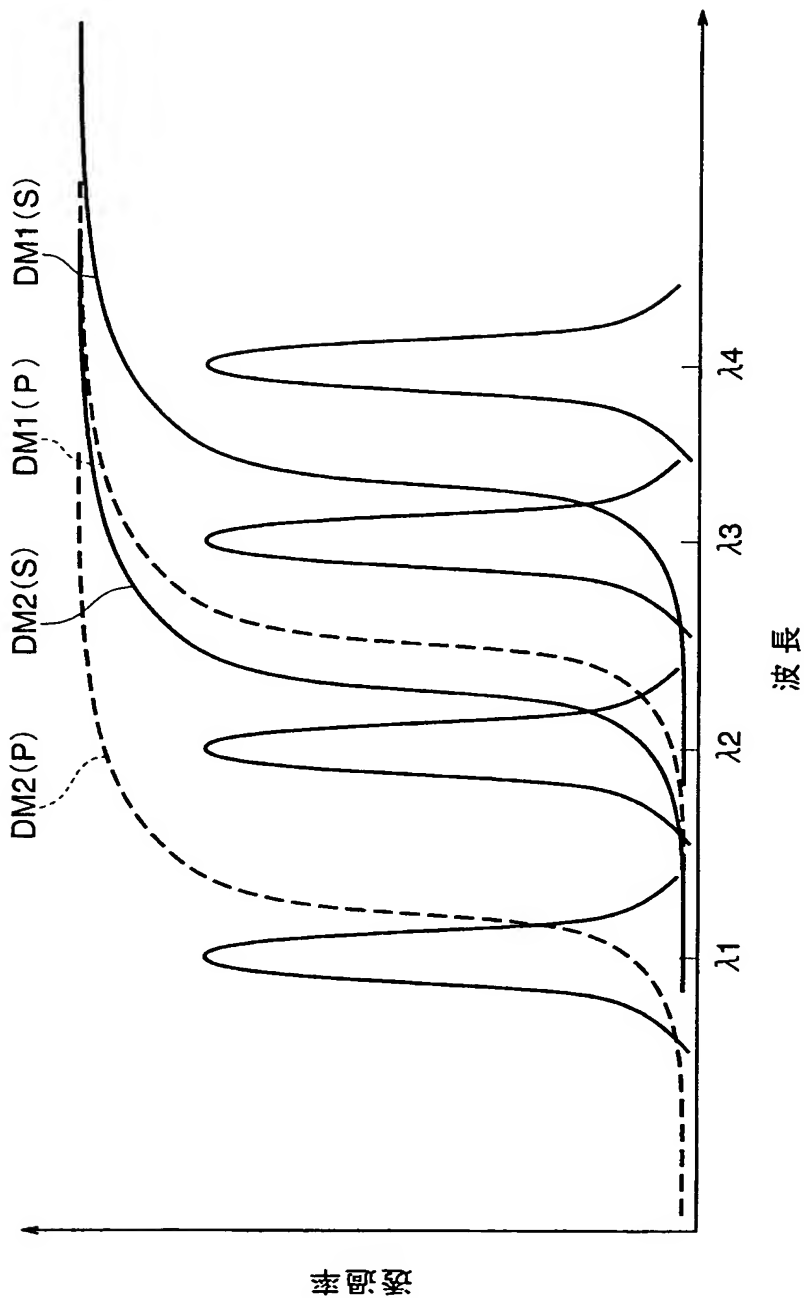
【図 4】



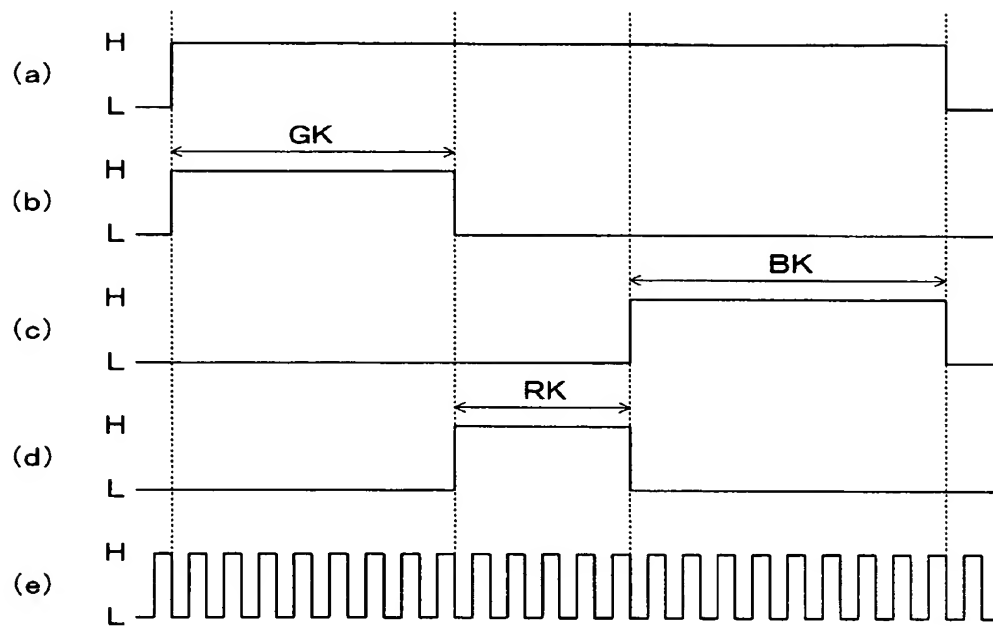
【図 5】



【図 7】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 例えば、色純度を下げることなく輝度を向上させることができる照明装置等を提供すること。

【解決手段】 第1光源21aからの第1照明光IG1'は、ダイクロイックミラーDMを高い割合で透過する。一方、第2光源21bからの第2照明光IG2は、偏光変換部PCを経てP偏光ではなくS偏光に変換され、ダイクロイックミラーDMではほぼ100%反射される。この結果、両光源21a, 21bからの両照明光IG1, IG2を極めて低損失で合波することができ、G光用の液晶ライトバルブ31を高輝度で照明することができる。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 1 1 5 6 5 4
受付番号	5 0 3 0 0 6 5 5 7 5 7
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0 0 9 0
作成日	平成 1 5 年 4 月 2 2 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成15年 4月21日

次頁無

特願 2 0 0 3 - 1 1 5 6 5 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 2 3 6 9]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 0 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号
氏 名	セイコーエプソン株式会社